

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 30 412 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A61 K 6/02**  
A 61 C 5/10  
A 61 C 13/083  
A 61 C 13/30

②① Aktenzeichen: 196 30 412.1  
②② Anmeldetag: 26. 7. 96  
④③ Offenlegungstag: 29. 1. 98

DE 196 30 412 A 1

⑦① Anmelder:  
Ivoclar AG, Schaan, LI

⑦④ Vertreter:  
Splanemann Reitzner Baronetzky, 80331 München

⑦② Erfinder:  
Foser, Hans Peter, Balzers, LI

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 44 23 794 C1  
DE 42 10 781 C2  
DE 32 48 649 A1  
EP 06 95 726 A1  
CD-ROM PAJ: Pat. Abstr. of Japan, JP 08157319 A;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines vollkeramischen Dentalaufbaus

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zur Herstellung vollkeramischen Dentalaufbaus aus einem  $ZrO_2$ -Stift und einer auf diesen aufgepressten  $ZrO_2$ -Glaskeramik, wobei der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $ZrO_2$ -Stifts dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der  $ZrO_2$ -Glaskeramik entspricht oder bis etwa  $2,0 \mu m/m \cdot K$  darüber liegt, ein Dentalaufbau aus diesen Materialien sowie dessen Verwendung als Dentalprodukt beschrieben.

DE 196 30 412 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines vollkeramischen Dentalaufbaus aus einem  $ZrO_2$ -Stift und einer  $ZrO_2$ -Glaskeramik, einen vollkeramischen Dentalaufbau aus diesen Materialien, sowie dessen Verwendung.

Bislang wurden für dentale Stiftkonstruktionen bzw. Dentalaufbauten aus werkstoffkundlichen und herstellungsbedingten Gründen metallische Stifte und Aufbaumaterialien verwendet. Derartige herkömmliche Stiftsysteme sind beispielsweise aus: M. Simon, "Neue Perspektiven zur vollkeramischen Stabilisierung und zum Aufbau devitaler Zähne", Quintessenz 46, Seiten 1085—1101, (1995) und aus: D. Kaelin und P. Schärer, "Aufbausysteme in der Kronen- und Brückenprothetik", Schweiz. Monatsschr. Zahnmed. Vol. 101. S. 457—463 (1991) bekannt geworden. Die Verblendung der Aufbauten erfolgt separat mit Kunststoff oder Keramik. Die bekannten Lösungen weisen jedoch eine Reihe von Problemen auf, bspw. die Korrosion bestimmter Metalle bzw. Metallegierungen und deren Ablagerung im umliegenden Gewebe, Entzündungen der Gingiva oder dunkle Verfärbungen der umgebenden Hart- und Weichgewebe aufgrund der opaken Beschaffenheit metallischer Materialien. Deshalb wurde in den letzten Jahren zunehmend versucht, von Metallaufbauten Abstand zu nehmen und zu durchscheinenden Materialien mit besserer Optik und Biokompatibilität überzugehen.

Eine besonders hohe mechanische Festigkeit weisen dabei die Zirkondioxid-Stifte auf, wie sie beispielsweise in K. H. Meyenberg, H. Lüthy und P. Schärer, "Zirconia Posts: A New All-Ceramic Concept for Nonvital Abutment Teeth", Journal of Esthetic Dentistry, Vol. 7, Nr. 2, (1995) und der vorstehend genannten Literaturstelle Quintessenz 46, 1085—1101, (1995) beschrieben sind. Zur Herstellung von Dentalaufbauten wird der  $ZrO_2$ -Wurzelstift eingesetzt und ein Aufbau aus einem Composit vorgenommen. Im Labor wird dann eine Krone, beispielsweise aus IPS-Empress-Keramik® (Fa. Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) hergestellt und in herkömmlicher Weise, z. B. mit einem Adhesiv-System und einem durchscheinenden Kompositzement aufzementiert. Derartige Lösungen weisen zwar eine gute Biokompatibilität auf, nachdem metallische Werkstoffe vermieden werden können. Jedoch wäre eine verbesserte Festigkeit wünschenswert.

Aus der US-4, 936, 776 sind verschiedene Dentalaufbauten aus durchscheinenden Porzellankeramikmaterialien bekannt. Nach einer Ausführungsform wird auf einen durchscheinenden Keramikstift eine Porzellankeramik aufgebrannt. Weiterhin hat auch der in der US-4, 936, 775 offenbarte Aufbau mit aufgebrannter Porzellankeramikkrone aufgrund mangelnder Bruchfestigkeit eine geringe Belastbarkeit.

Es ist auch bereits vorgeschlagen worden, auf die bekannten Metallstifte einen keramischen Aufbau aufzubrennen und eine vollkeramische Krone darauf aufzementieren. Dabei besteht jedoch das Problem von Spannungsrissen in der Keramik, wie es auch in der vorgenannten Literaturstelle Schweiz. Monatsschr. Zahnmed. Vol. 101, (1991) beschrieben ist.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, unter Vermeidung der Nachteile des Standes der Technik ein Verfahren zur Herstellung eines vollkeramischen Dentalaufbaus aus einem hochfesten Stift, insbesondere einem  $ZrO_2$ -Stift, und einer auf diesen aufgepressten Keramik, insbesondere einer  $ZrO_2$ -Glaskeramik, mit be-

sonders guten mechanischen Eigenschaften bereitzustellen, wobei besonders stabile und einen ausgezeichneten Haftverbund bildende Dentalaufbauten mit ausgezeichneten Festigkeiten, insbesondere Gesamt-Biegefestigkeiten und Zugfestigkeiten hergestellt werden können, die keine Spannungsrisse aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß eine sehr gute Gesamtstabilität des Dentalaufbaus erzielt wird, ohne daß auf die bisher verwendeten hochfesten Metallstifte mit ihren vorgenannten Nachteilen, wie ungenügende biologische Verträglichkeit, schlechte Ästhetik, Korrosion, etc., zurückgegriffen werden muß.

Die erfindungsgemäß hergestellten Dentalaufbauten weisen neben biologischer Unbedenklichkeit bzw. hoher Biokompatibilität eine ausgezeichnete, dem natürlichen Zahn angeglichene Ästhetik und eine sehr große Haltbarkeit auf. Die hervorragenden physikalischen Eigenschaften sind auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Zunächst wird durch die gezielte Verwendung von  $ZrO_2$ -Stiften eine besonders biege feste Stabilisierung der Dentalaufbauten in der Zahnwurzel ermöglicht. Weiterhin weist durch die Verwendung von  $ZrO_2$ -Glaskeramiken auch der der Zahnkrone zugewandten Teil des Dentalaufbaus eine besonders hohe mechanische Belastbarkeit auf.

Schließlich ermöglicht die erfindungsgemäße Abstimmung der Wärmeausdehnungskoeffizienten des  $ZrO_2$ -Stifts und der  $ZrO_2$ -Glaskeramik aufgrund der Materialkompatibilität zueinander in Verbindung mit dem Aufpressen eine besonders innige und stabile Verbindung.

Dadurch wird im Vergleich zum herkömmlichen adhäsiven Verbinden bzw. Aufzementieren besonders die Gesamtstabilität des Dentalaufbaus erheblich erhöht. Es wird nicht nur die gute Haftfähigkeit zwischen  $ZrO_2$  und  $ZrO_2$ -haltigen Glaskeramiken ausgenutzt. Da das Aufbringen der  $ZrO_2$ -Glaskeramik unter Druckanwendung erfolgt, wird die innige Verbindung der beiden Komponenten verstärkt. Dieses Anpressen der  $ZrO_2$ -Glaskeramik kann erfindungsgemäß nur dann seine Wirkung entfalten, wenn der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $ZrO_2$ -Stifts mindestens demjenigen der  $ZrO_2$ -Glaskeramik entspricht.

Ein besonders vorteilhafter und überraschender Effekt ergibt sich dadurch, daß sich der  $ZrO_2$ -Stift beim Abkühlen aufgrund des höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten stärker zusammenzieht als die umgebende  $ZrO_2$ -Glaskeramik. Dadurch entsteht, nachdem die  $ZrO_2$ -Glaskeramik auf den  $ZrO_2$ -Stift aufgepreßt wurde, eine gewisse Spannung zwischen den beiden Komponenten, wobei die auf den  $ZrO_2$ -Stift aufgepreßte  $ZrO_2$ -Glaskeramik durch die Kontraktion des Stiftes nach der Art von Spannbeton unter Druck gesetzt wird.

Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß dadurch die mechanischen Eigenschaften des vollkeramischen Metallaufbaus verbessert werden. So weisen die erfindungsgemäßen Dentalaufbauten eine hervorragende Gesamtbiegefestigkeit, eine Spannungsrißfreiheit, sowie allgemein eine besonders hohe Widerstandskraft gegen die in der Praxis auf den eingesetzten Dentalaufbau einwirkenden Kräfte auf. Überraschenderweise ist die erfindungsgemäße Festigkeit trotz unterschiedlicher Materialwahl für den  $ZrO_2$ -Stift und den  $ZrO_2$ -Glaskeramikaufbau — wie nachstehend ausgeführt — gewährleistet. Unter Gesamtbiegefestigkeit

versteht man die Festigkeit, die  $ZrO_2$ -Stift mit einem darauf aufgebrannten Aufbau aus einer  $ZrO_2$ -Glaskeramik besitzt.

Ab einem gewissen Abstand zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $ZrO_2$ -Stift und  $ZrO_2$ -Glaskeramik können beim Aufpressen Risse entstehen. Dieser "kritische" Abstand der Wärmeausdehnungskoeffizienten ist im Einzelfall von der bestimmten verwendeten  $ZrO_2$ -Glaskeramik und dem bestimmten verwendeten  $ZrO_2$ -Stift abhängig. Allgemein treten diese Probleme jedoch auf, wenn der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $ZrO_2$ -Stifts mehr als etwa  $2 \mu m/m \cdot K$  über dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der  $ZrO_2$ -Glaskeramik liegt oder der Unterschied zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten allgemein größer als  $2 \mu m/m \cdot K$  ist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der Zeiterparnis, die sich durch die Herstellung des gesamten Dentalaufbaus während eines Brennvorgangs ergibt. Dadurch wird ein getrenntes Aufzementieren bzw. Aufkleben des Keramikaufbaus auf den Wurzelstift vermieden. Außerdem können somit eventuelle Unverträglichkeitsreaktionen gegenüber den dazu verwendeten Materialien vermieden werden. Schließlich weisen die erfindungsgemäß hergestellten Dentalaufbauten eine besonders gute Ästhetik auf, da sie, ähnlich einem natürlichen Zahn, eine durchgehend transluzente Struktur in einem Stück darstellen und der Optik des natürlichen Dentins bzw. des Schmelzes gut angepaßt sind.

Unter Dentalaufbau wird hierbei jede beliebig geformte Konstruktion verstanden, die eine Kombination eines präfabrizierten oder individuell abgeformten Stifts mit einem beliebig in Abhängigkeit von der Verwendung geformten Aufbau, bspw. auch eine Teil- oder Vollkrone darstellt.

Es hat sich herausgestellt, daß sich die erfindungsgemäßen Vorteile besonders gut verwirklichen lassen, wenn der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $ZrO_2$ -Stifts 0,5 bis  $2,0 \mu m/m \cdot K$  über dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der  $ZrO_2$ -Glaskeramik liegt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist der  $ZrO_2$ -Stift einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $11 \mu m/m \cdot K$ , und die  $ZrO_2$ -Glaskeramik einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $9,5 \mu m/m \cdot K$  auf.

Erfindungsgemäß werden unter  $ZrO_2$ -Stiften vollkeramische (Wurzel-)Stifte aus Zirkondioxid verstanden, die bspw. auch mit Yttriumoxid (etwa 3–4 Gew.-%  $Y_2O_3$ ) teilstabilisiert sein können. Derartige Keramiken ergeben eine besonders gute Haftung zu den  $ZrO_2$ -haltigen Glaskeramiken.

Bei der vorliegenden Erfindung können weiterhin beliebige  $ZrO_2$ -haltige Glaskeramiken mit ausreichenden mechanischen Eigenschaften und abgestimmten Wärmeausdehnungskoeffizient-Werten verwendet werden. Beispielhaft seien die in der DE-C1-44 23 794, auf die vollinhaltlich Bezug genommen wird, offenbarten  $ZrO_2$ -Glaskeramiken genannt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Aufpressen der  $ZrO_2$ -Glaskeramik in einem Keramikpreßverfahren, wobei das  $ZrO_2$ -Glaskeramikmaterial zunächst in Form eines Rohlings vorliegen kann.

Es stellte sich heraus, daß bei der vorliegenden Erfindung besonders gute Ergebnisse erzielt werden, wenn beim Keramikpreßverfahren das  $ZrO_2$ -Glaskeramikmaterial als Rohling vorliegt und durch Erhitzen plastifiziert, unter Druckanwendung in die Hohlform gepreßt, gesintert und beim Abkühlen ausgehärtet wird. Da-

durch ist sichergestellt, daß das  $ZrO_2$ -Glaskeramikmaterial im plastifizierten Zustand nicht nur besonders gut an den  $ZrO_2$ -Stift angepreßt wird, sondern sich auch während des Sinterns und Abkühlens die innige Verbindung ausbildet und sich die vorbeschriebenen vorteilhaften Effekte unter Druckanwendung einstellen können.

Das in der EP-A1-0 231 773 beschriebene Keramikpreßverfahren und der dabei verwendete spezielle Ofen liefert bei dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr gute Ergebnisse. Bezüglich einer genauen Beschreibung des Verfahrens bzw. des verwendeten Ofens wird ausdrücklich auf die EP-A1-0 231 773 verwiesen. Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung finden bspw. auch im IPS-Empress®-Verfahren der Fa. Ivoclar, Schaan, Liechtenstein, Anwendung.

Bspw. kann ein typisches erfindungsgemäßes Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweisen, wobei je nach Verwendungszweck selbstverständlich Modifikationen vorgenommen werden können:

1. Abdrucknahme der Mundsituation mit eingesetztem keramischem Wurzelstift;
2. Herstellung eines Modells aus dem Abdruck, wobei der Stift aus dem Modell herausragt;
3. Modellation einer Rekonstruktion aus einem ausbrennbaren Material, vorzugsweise Wachs oder Kunststoff, am Stift (bspw. in Form eines Kronenstumpfs oder einer Teil- oder Vollkrone);
4. Ansetzen eines Wachsstiftes bzw. -strangs, der später als Guß- bzw. Preßkanal dient;
5. Einbetten von Stift und angewachsenen Teil in eine Muffel mit einer aushärtbaren Einbettmasse;
6. Entfernen des Wachses bzw. des ausbrennbaren Materials durch Erhitzen;
7. Durchführen des eigentlichen Keramikpreßverfahrens, bspw. gemäß der EP-0 231 773, wobei das  $ZrO_2$ -Glaskeramikmaterial über den Gußkanal (zunächst als Rohling) eingebracht, durch Erhitzen plastifiziert und über einen im Gußkanal angeordneten Kolben unter Druck angepreßt und während des Abkühlens ausgehärtet wird, wobei der  $ZrO_2$ -Stift höchstens einen um den Wert 2 höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als die  $ZrO_2$ -Glaskeramik aufweist.

Die Druckausübung kann mit konstanter oder veränderlicher Stärke oder auch stoßweise erfolgen.

Besonders günstig ist es, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren relativ niedrige Brenntemperaturen verwendet werden können, die im allgemeinen unter  $1200^\circ C$ , bevorzugt sogar unter  $1000^\circ C$  liegen. Dadurch wird eine energetisch günstige und damit auch kostengünstige Verarbeitung ermöglicht. Weiterhin sind weniger aufwendige Brennöfen ausreichend, und die Aufheizzeit ist reduziert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der  $ZrO_2$ -Stift eine Biegefestigkeit von mindestens 600 MPa, insbesondere von 800 bis 1500 MPa auf. Damit liegen die verwendeten  $ZrO_2$ -Stifte in ihrer Biegefestigkeit im Bereich hochfester, herkömmlich verwendeter Metallstifte, oder sogar darüber. Bei den erfindungsgemäß hergestellten vollkeramischen Dentalaufbauten kommt diese hohe Biegefestigkeit insbesondere der Gesamtbiegefestigkeit des Dentalaufbaus zugute, so daß vorzugsweise Gesamtbiegefestigkeiten von mindestens 100 MPa erreicht werden.

Nach einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung

einen vollkeramischen Dentalaufbau nach Anspruch 12, der vorzugsweise nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 hergestellt werden kann.

Nach einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung eines vollkeramischen Dentalaufbaus gemäß Anspruch 12 als Dentalprodukt. Darunter fällt allgemein jede mögliche und in der Zahnheilkunde sinnvolle Verwendung, bspw. der Wiederaufbau fehlender Zahnhartsubstanz bei vitalen oder devitalen Zähnen. Übliche Einsatzgebiete solcher Dentalaufbauten sind bspw. Zahnwurzelkonstruktionen mit Teil- bzw. Vollkronen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

#### Beispiel

Es wurde ein Biopost®-Wurzelstift (Fa. Incermed S.A., Lausanne) der passenden Größe aus Zirkondioxid verwendet. Der Stift wurde in den auf herkömmliche Weise vorbereiteten Wurzelkanal eingesetzt und ein Abdruck der Mundsituation genommen. Anschließend wurde aus dem Abdruck ein Modell aus Superhartgips hergestellt, wobei der Stift aus dem Modell herausragte. Auf der Grundlage dieses Modells wurde eine Krone aus einem rückstandslos verbrennenden Wachs am Stift modelliert, wobei der Stift mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  konditioniert wurde.

Das modellierte Objekt wurde auf einer IPS-Empress®-Muffelbasis (Fa. Ivoclar) angesetzt. Es können auch mehrere Objekte auf eine Muffelbasis gesetzt werden, wobei der Abstand zwischen den Objekten bei dieser Technik mindestens 3 mm betragen sollte. Anschließend wurde die Muffelbasis mit einem Papierzylinder umhüllt und die Modellation einschließlich  $\text{ZrO}_2$ -Stift in eine IPS-Empress-Spezialeinbettmasse eingebettet. Nach der vorgeschriebenen Abbindezeit wurde die Muffellehre und die Muffelbasis mit einer Drehbewegung entfernt und die Papiermanschette abgenommen. Dabei wurde darauf geachtet, daß keine Einbettmassenreste in den Preßkanal gelangen.

Die vorbereitete Muffel wurde in einen Vorwärmofen gestellt und zusammen mit einem  $\text{AlOx}$ -Kolben, wie in der IPS-Empress-Verarbeitungsanleitung der Fa. Ivoclar angegeben, vorgewärmt. Der  $\text{ZrO}_2$ -Rohling wurde separat vorgewärmt. Bei der  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik handelte es sich um die in der DE-44 23 794 als Beispiel 1 angegebene Zusammensetzung mit folgenden Gewichtsprozentanteilen (in Klammern):  $\text{SiO}_2$  (52,8),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (3,0),  $\text{Li}_2\text{O}$  (12,9),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (10,4),  $\text{ZrO}_2$  (20,9). Nach Ablauf der Vorwärmphase wurde der  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramikrohling und anschließend der  $\text{AlOx}$ -Kolben in den Gußkanal eingesetzt und das Keramikpreßverfahren bei  $950^\circ\text{C}$  und 5 bar durchgeführt. Nach dem Abkühlen wurde das Objekt auf herkömmliche Weise von der Muffel getrennt und gereinigt und konnte, ggf. nach kleinen Formkorrekturen, Bemalung und Glasieren, direkt in die Zahnkavität eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines vollkeramischen Dentalaufbaus aus einem Stift und einer auf diesen aufgepreßten Keramik, wobei der Wärmeausdehnungskoeffizient des Stifts dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Keramik, gemessen bei  $20 - 500^\circ\text{C}$ , entspricht oder bis etwa  $3,0 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ , insbesondere bis etwa  $2,0 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ , darüber liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß der Stift ein  $\text{ZrO}_2$ -Stift ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift ein Keramikstift ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik eine  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $\text{ZrO}_2$ -Stifts, gemessen bei  $20 - 500^\circ\text{C}$ , 0,5 bis  $2,0 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$  über dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik liegt.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der  $\text{ZrO}_2$ -Stift einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $11 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$ , und die  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von etwa  $9,5 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$  aufweist.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik in Form eines Rohlings vorliegt und einen Schmelzpunkt aufweist, der niedriger als der Schmelzpunkt des Stifts ist.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik in einem Keramikpressverfahren, unmittelbar auf den  $\text{ZrO}_2$ -Stift aufgebrannt wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Keramikpressverfahren das  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramikmaterial durch Erhitzen plastifiziert und unter Druckanwendung in eine Hohlformgepreßt, gesintert und abgekühlt wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Keramikpressverfahren ein maßgenaues Modell des späteren Aufbaus aus dem  $\text{ZrO}_2$ -Stift und einem ausbrennbaren Material angefertigt und mit einem den späteren Gußkanal bildenden Strang versehen in eine aushärtbare Einbettmasse eingebettet wird, worauf das ausbrennbare Material durch Erhitzen entfernt, das  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramikmaterial als Rohling über den Gußkanal eingebracht und über einen im Gußkanal angeordneten Kolben mit Druck beaufschlagt und unter thermischer Plastifizierung des Rohlings in eine Hohlform gepreßt wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur beim Pressen  $1000^\circ\text{C}$  nicht übersteigt.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der  $\text{ZrO}_2$ -Stift ein präfabrizierter, teilstabilisierter  $\text{ZrO}_2$ -Stift ist.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der  $\text{ZrO}_2$ -Stift eine Biegefestigkeit von mindestens 600 MPa, insbesondere von 800–1500 MPa, besitzt.

14. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der vollkeramische Dentalaufbau eine Biegefestigkeit von mindestens 100 MPa aufweist.

15. Vollkeramischer Dentalaufbau aus einer  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik und einem  $\text{ZrO}_2$ -Stift, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeausdehnungskoeffizient des  $\text{ZrO}_2$ -Stifts dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der  $\text{ZrO}_2$ -Glaskeramik entspricht oder bis etwa  $2,0 \mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{K}$  darüber liegt.

16. Verwendung eines vollsynthetischen Dentalaufbaus gemäß Anspruch 15 als Dentalprodukt, insbesondere zum Wiederaufbau der fehlenden Zahnhartsubstanz vitaler oder devitaler Zähne, insbesondere als Zahn- und/oder Wurzelrekonstruktion. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -